８．特殊（真空・高圧・低温・高温など）装置の取扱

８－ １．真空装置

・ロータリーポンプ（RP）運転中は、ベルト部分に指や服が挟まれないように注意すること。

・RP の排気口には、オイルミストトラップを装着するのが望ましい。装着していない場合は、RP オイルによる周囲の汚染に注意すること。

・RP を動かし始めてから、数分しても RP の音が小さくならない場合は、装置のどこかにリークがあるので、RP を止めてリーク箇所の点検を行うこと。

・各真空継ぎ手の部分からのリークに注意すること。

・油拡散ポンプ（ディフュージョンポンプ、DP）やターボモレキュラーポンプ（TMP）を運転する前には、冷却水を流すことを忘れないこと。（一部の小型の TMP では、空冷のものもある。）

・DP や TMP 運転中は、ポンプの一部が高温になっているので手で触れないようにすること。

・TMP 運転中に異音がした場合は直ちに装置を停止すること。

・RP、DP、TMP のオイルの状態を定期的に確認しておくこと。（量や色など）

・ポンプと真空容器の間にオイルトラップを入れて使用する場合は、寒剤の取扱に注意すること。

・ガラス製の真空容器を使用する場合は、圧力差により容器が破損する恐れがあるので、容器の傷に十分注意すること。

・装置の停止後は、真空容器内にオイルが上がってこないようにするため、リークバルブを開いておくこと。（自動リーク弁付の装置の場合は不要。）

・真空測定機器は、その機器が使用できる範囲内の圧力時にのみ使用すること。（測定可能圧力範囲は、各機器の取扱説明書や真空技術のことが書かれている本などを参考にすること。）

・ガイスラー管は、連続して放電させないこと。（放電中は、X 線が発生し、また、連続放電させると電極が融ける恐れがあるため。）

・超高真空時（10^{-8}Pa（パスカル）以下）の注意事項及び個々の装置の特別の注意事項については、各装置の管理責任者に聞くこと。

８－ ２．高圧装置

高圧ガス容器

- ボンベにショックを与えないこと。
- 必ず圧力調整器（減圧弁）を使用すること。
- 調整器は、各ガスごとに別々のものを用いること。特に酸素ガスには必ず酸素用のものを用いること。
- ねじの方向（左ねじ、右ねじ）に注意すること。
- 調整器取り付け後、調整器からのガス漏れを調べること。（石けん水を用いるのが簡便。）
- ガス使用後及び未使用中は、調整器だけでなく高圧バルブ（ボンベ側のバルブ）も閉めること。
- ガスは全部使い切らずに、必ず少し残しておくこと。特に水素やアセチレンボンベの時には注意すること。
-

各研究室に持ち込むガスは必要最小量とし，使用量・頻度に応じたボンベ容量を選択すること（理学部の各建物及び吉田地区総合研究棟では，高圧ガスボンベの総貯蔵量が 300 ㎥ 以下に制限されてい）。ガスボンベを設置・貯蔵する場合には，以下の規則を遵守してください。

- ボンベの使用時及び保管時は、ボンベが転倒したり転がらないように、ボンベスタンド・架台は床面等に固定すること。
- 貯蔵及び保管時は、火気の近くや直射日光を避けること。可燃性ガス（水素，アセチレンなど）ボンベの設置には，漏えいしたガスの流動防止措置としてのシリンダーキャビネット，ガス漏えい検知器，および消火器を設置すること。一時的に使う場合であっても，ボンベの周囲２メートル以内，また，ガスが消費される場所の５メートル以内において，火気の使用および引火性・発火性の物を置くことは禁じられている。また，酸素ボンベの取り扱いについても，これに準じた措置が必要である。
- 不燃性ガス（窒素，アルゴン，ヘリウムなど）を貯蔵する際には，漏えいした場合の酸素欠乏を防止するために，換気に十分注意を払うこと。
- その他の毒性ガス・特定高圧ガス等を使用する必要が生じたときには，高圧ガス保安法で定められた技術上の基準に従うように，適切な措置を講じること。
- ボンベは耐圧検査の有効期限内のものを使用すること。また、有効期限の切れたボンベは、業者に連絡を取り耐圧検査を受けること。

オートクレーブ（滅菌用および化学反応用）

・パッキング、圧力制御システム、蓋のねじ（雄と雌の一方）などの傷に注意すること。傷が見つかった場合は、早急に交換あるいは修理をすること。
・オートクレーブ内は、清潔に保ち、その水は、常時新しいものに交換しておくこと。
・設定温度、設定圧力を、通常使用する値と異なる値に変更して使用したい場合は、装置管理者に申し出て、その指導の下に行い、使用後は、必ず通常の値に戻しておくこと。
・内部温度、内部圧が下がってから蓋を開けること。その際、オートクレーブ内一杯に入っている場合（特に、そのためにオートクレーブの蓋で容器の栓が押さえつけられている場合）、大きな容器に液が多量に入っている場合、容器の口許近くまで液が入っている場合など、計器の指示の上で内部温度、内部圧が下がっていても、容器内の液が突沸して吹き出すことがあるので、蓋を開ける際は、慎重にかつあまり顔を近づけないようにすること。
・大きな容器に液が多量に入っている場合、容器の口許近くまで液が入っている場合などには、オートクレーブから取り出して机の上にそっと置くようにすること。ストンと下ろすと、容器の内部の液が突沸して吹き出すことがある。

小型プレス器

・使用中は、ハンドル以外の部分に手を触れないこと。
・転倒や破損を防ぐため、水平で安定した所に設置すること。
・直射日光下や発熱体の近くなど、高温の場所で使用しないこと。

8－ ３．低温装置

ヘリウムガス循環型冷凍機（クライオミニ）

・使用前に、コンプレッサーに冷却水を流すこと。（空冷型の場合は、必要ない。）
・使用前に、ヘリウム圧のチェックを行うこと。ヘリウム圧が不足している場合は、規程圧力までヘリウムガス（純度に注意すること）をボンベより充填すること。また、充填する際は、接続器具やパイプ内をヘリウムガスでパージし、大気圧より高い圧力を保ったままコンプレッサーに接続すること。必要があれば、冷凍機側もヘリウムガスでパージを行うこと。
・試料室の真空度に注意すること。
・運転時に異音がした場合は、装置を停止し装置の管理責任者に連絡すること。

液化ガス（液体窒素及び液体ヘリウム）

〈凍傷について〉

１．液体窒素が直接人体に触れても、普通はすぐ蒸発して特に障害とはならない。液体ヘリウムは蒸発潜熱が小さいため、直接手や皮膚に接触することはまれであるが、勢いよく噴出するガスによって凍傷を起こす。ヘリウムガスの比熱は、窒素ガスの比熱より５倍も大きいため、噴出するヘリウムガスは特に危険である。冷却された金属パイプ、機器などを直接手で触れたり、ぬれた手で触ってはならない。
２．液体窒素や液体ヘリウムの汲み出し時等は、所定の革手袋を着用すること。噴出ガスが目に入るのを防ぐため、ゴーグルや眼鏡を使用するのが望ましい。
３．軍手を使用しての作業はしてはならない。軍手は、噴出ガスを遮ることが出来ないだけでなく、ガス中の液体や降りかかった液体を吸い込み、液体を皮膚表面に保持させることになり大変危険である。

〈酸欠について〉

１．液体窒素や液体ヘリウムを取り扱う場所では、充分換気に注意すること。液化ガスが気化すると、その体積は約７００倍となり、特に液体ヘリウムでは１００リットル程度がこぼれたとしても、極めて短時間（１分程度）で気体になるので迅速な対応が必要となる。

〈材料について〉

１．一般に金属は低温になるほど脆くなる。特に、よく使われている鋼は危険で、低温に触れる所に使用してはならない。銅、アルミニウム、ステンレススチール等の金属や、テフロン、ナイロン、ベークライト等の非金属は使用できる。

２．熱膨張係数の大きな材料、あるいは異なる材料を接合してある器具は、冷却による収縮で破損する恐れがあるので、注意すること。

〈その他〉

１．機器分析センターの大型液体窒素タンク（３キロリットル）から汲み出す際は、液体窒素供給用のバルブの操作のみを行い、他のバルブなどには手を触れてはならない。また、このタンクからの汲み出しは、汲み出し時の液体窒素の損失を抑えるため、１００リットルタンクへのみとする。通常研究室などで使用する１０リットル以下の容器への汲み出しは、上記の１００リットルタンクから行うこと。そして、汲み出し時には、備え付けのノートに汲み出し量を記録しておくこと。

２．液体窒素の汲み出しに当たっては、講習会を受けること。

３．１００リットルタンクからの汲み出し時には、タンク内の圧力を上げすぎないように注意すること。また、汲み出し終了時には、昇圧バルブを閉め、ガス放出バルブを開けておくことを忘れないこと。

8－４．高温装置

・引火性や爆発性の有無、加熱温度等を検討し、適切な加熱方法を選ぶこと。
・引火物や可燃物を周囲に置かないようにし、火事に注意すること。
・火傷に注意すること。
・試料が飛散したり、容器が破損して事故になる場合があるので、急激な加熱は控えること。

ガスバーナー

・失火（火が消えること）によるガス漏れに注意すること。
・ガス漏れ防止付のガス栓を使用することが望ましい。
・換気に心がけること。

乾燥機

・引火性のものを入れないこと。
・試料からの蒸気や分解ガスなどの発生を考慮し、密閉容器に試料は入れないこと。
・容器の耐熱性に注意すること。

ウォーターバス等

・蒸気による火傷に注意すること。
・空焚きや水漏れに注意すること。

電気炉等

・加熱物の飛散や落下による火事や火傷に注意すること。
・感電や電源ケーブルの劣化に注意すること。

8－５．遠心分離器

・使用に際しては、入念にバランスを取ること。
・対にする試料は、遠心分離中に重心の変化による差が生じないように、同一の試料を入れること。
・特に、高速になるほどこの注意が必要である。
・所定の回転数に達して安定に回転を続けていることが確認できるまでは、遠心機の脇から離れないこと。アンバランスによる異音が聞こえた場合は、直ちに回転を停止し、バランスを取り直すか、装置の異常箇所の点検を行うこと。

8－６．レーザー

- 強烈な光を放出するレーザーは、熱・熱ショック・光化学反応・イオン化などによって目や皮膚などに障害を起こす。眼の場合には、角膜を透過した光は水晶体によって集光され、網膜が損傷される。短い時間内に強いエネルギーを放出するパルスレーザーは特に注意を要する。レーザーを使用する場合には、必ずそのレーザーの波長に合った保護めがねを着用すること。
- レーザーは、その出力レベルによりクラス１－４に分類されている。このうち、極めて出力の小さいクラス１レーザーを除き、部屋にはレーザー設置を示す注意ラベルを貼り、レーザー安全管理者をおくこととなっている。さらに、連続発振レーザーでは 0.3 W 以上、パルスレーザーでは 10^5 J･m^{-2} 以上（クラス３Ｂ以上）のレーザーでは、安全管理者は、従事者に対する教育訓練や定期的な医学的検査、また、試験や結果保存を行う必要がある。
- 非線形光学や光化学実験に用いられるパルスレーザーの多くはクラス４であり、十分な安全対策が必要である。人体に対する傷害はもちろん、火災を起こす危険性もある。こうした強いレーザーでは、直接光はもとより、拡散反射光や、レンズやセル窓板などの表面反射といえども危険である。こうした反射光は、思いがけない位置にきていることがあるため、光軸に沿って、それぞれの光学部品からどこへ反射しているかを必ず確認すること。
- 自己の防護はもとより、他人の防護も考慮し、装置の周りはできるだけ囲いをし、貼り紙やランプなどにより、レーザー点灯中であることを表示すること。これは、目に見えない紫外・近赤外・赤外レーザーを用いるときには特に重要である。
- ビーム位置と眼の高さに常に注意し、レーザー光はできるだけ低い位置に走らせる。強いレーザー光を使用する場合には、腕時計や指輪などによる反射や、光路や試料位置調整のときの工具（ドライバーなど）による反射が、予期せぬ方向に強いビームを走らせることがある。高出力で発振させている時には、光を反射するものを光路内に持ち込まないようにする。
- 反射鏡やプリズムなどがレーザー光により破損したときに、副次的な事故が起きないよう、ビームストップ・ビームトラップを出来る限り設置する。また、火事につながることの無いよう、レーザーのある部屋に可燃物を多量に置くことは避けるべきである。